

**FireWire** — послідовна високошвидкісна шина, призначена для обміну цифровою інформацією між комп'ютером і іншими електронними пристроями. Шина розроблена Sony та Apple і стандартизована IEEE під кодом IEEE-1394.

Різні компанії просувають стандарт під своїми торговими марками:

Apple — FireWire

Sony — i.LINK

Yamaha — mLAN

TI — Lynx

1. в 1986 році членами Комітету із Стандартів Мікрокомп'ютерів (Microcomputer Standards Committee) ухвалено рішення об'єднати різні варіанти послідовної шини (Serial Bus), що існували у той час,
2. в 1992 році розробкою інтерфейсу зайнялася Apple
3. в 1995 році прийнятий стандарт IEEE 1394

 Високопродуктивна послідовна шина (High Performance Serial Bus) IEEE 1394 - FireWire створювалася як дешевша і зручніша альтернатива паралельним шинам (SCSI) для з'єднання рівнорангових пристроїв. Шина дозволяє зв'язати до 63 пристроїв без застосуваннявживання додаткових пристроїв (хабів). Пристрої побутової електроніки - цифрові камкордери (записуючі відеокамери), камери для відеоконференцій, фотокамери, приймачі кабельного і супутникового телебачення, цифрові відеоплеєри (CD і DVD), акустичні системи, цифрові музичні інструменти, а також периферійні пристрої комп'ютерів (принтери, сканери, пристрої зберігання даних) і самі комп'ютери можуть об'єднуватися в єдину мережу. Шина не вимагає управління зі сторони комп'ютера.

 Шина підтримує динамічне реконфігурування - можливість «гарячого» підключення і відключення пристроїв. Події підключення/відключення викликають скидання і реініціалізацію: визначення структури шини (дерева), призначення фізичних адрес всім вузлам і, якщо потрібний, вибіри майстра циклів, диспетчера ізохронних ресурсів і контроллера шини. Через частки секунди після скидання всі ресурси стають доступними для використання, і кожен пристрій має повне уявлення про всіх підключені пристрої і їх можливості. Завдяки наявності ліній живлення, інтерфейсна частина пристрою може залишатися підключеною до шини навіть при відключенні живлення функціональної частини пристрою. За ініціативою VESA шина позиціює як основа «домашньої мережі», що об’єднує всю побутову і комп'ютерну техніку в єдиний комплекс. Ця мережа є одноранговою (peer to peer), чим істотно відрізняється від USB.

**IEEE 1394**

В кінці 1995 року IEEE прийняв стандарт під порядковим номером 1394. У цифрових камерах Sony інтерфейс IEEE 1394 з'явився раніше ухвалення стандарту і під назвою iLink.

Інтерфейс спочатку позиціонувався для передачі відеопотоків. Він сподобався і виробникам зовнішніх накопичувачів, забезпечуючи високу пропускну спроможність для сучасних високошвидкісних дисків. Сьогодні багато системних плат, а також майже всі сучасні моделі ноутбуків підтримують цей інтерфейс.

Швидкість передачі даних — 100, 200 і 400 Мбіт/с, довжина кабелю до 4,5 м.

**IEEE 1394a**

В 2000 році був затверджений стандарт IEEE 1394а. Було проведено ряд удосконалень, що підвищило сумісність пристроїв.

Було введено час очікування 1/3 секунди на скидання шини, поки не закінчиться перехідною процес установки надійного під'єднування або від'єднання пристрою.

**IEEE 1394b**

В 2002 році з'являється стандарт IEEE 1394b з новими швидкостями: S800 — 800 Мбіт/с і S1600 — 1600 Мбіт/с. Також збільшується максимальна довжина кабелю до 50, 70 а при використанні високоякісних оптоволоконних кабелів до 100 метрів.

Відповідні пристрої позначаються FireWire 800 або FireWire 1600, залежно від максимальної швидкості.

Змінилися використовувані кабелі і розніми. Для досягнення максимальних швидкостей на максимальних відстанях передбачено використання оптики:

пластмасової, — для довжини до 50 метрів,

і скляною — для довжин до 100 метрів.

Не зважаючи на зміну рознімів, стандарти залишилися сумісні, чого можна добитися використовуючи перехідники.

12 грудня 2007 року була представлена специфікація S3200 з максимальною швидкістю — 3,2 Гбит/с.

**IEEE 1394.1**

В 2004 році побачив світ стандарт IEEE 1394.1. Цей стандарт був прийнятий для можливості побудови великомасштабних мереж і різко збільшує кількість пристроїв, що підключаються, до гігантського числа — 64 449.

**IEEE 1394c**

Стандарт 1394с, що з'явився в 2006 році, дозволяє використовувати кабель 5-ї категорії (Cat 5e) від Ethernet. Можливо використовувати паралельно з Gigabit Ethernet, тобто використовувати дві логічні і незалежні одна від одної мережі на одному кабелі. Максимальна заявлена довжина — 100 м, Максимальна швидкість відповідає S800 — 800 Мбіт/с.

**Існують три види рознімів для FireWire:**

**4pin** (IEEE 1394a без живлення) стоїть на ноутбуках і відеокамерах. Два дроти для передачі сигналу (інформації) і два для прийому.

**6pin** (IEEE 1394a). Додатковий два дроти для живлення.

**9pin** (IEEE 1394b). Додаткові дроти для прийому і передачі інформації.

Основні властивості шини FireWire:

 ** Рівноранговість**. Шина дозволяє будь-яким своїм абонентам обмінюватися даними один з одним. Для організації обмінів не вимагається хост компьютер (і його ресурси - пам'ять і процесор). **** Універсальність. Шина забезпечує передачу як асинхронного, так і ізохронного трафіку. Це дозволяє об'єднувати в єдину мережу комп'ютери, їх периферійні пристрої (принтери, сканери, пристрої зберігання) і цифрову аудіо відеотехніку.

 ** Надійність**. Шина забезпечує контроль достовірності передачі, обробки і виправлення помилок.

 ** Легкість установки і використання**. Для початку роботи досить з'єднати пристрої, дотримуючи нескладних топологічних правил.

 **** Велике число пристроїв, що сполучаються. Одна шина може об'єднувати до 63 пристроїв (вузлів). Можливе об'єднання в єдину мережу декількох шин (формально - до 1024) за допомогою мостів або комутаторів.

 ** Вільна топологія**. Пристрої можуть мати один або декілька портів. Послідовністю уніфікованих кабелів пристрої з'єднуються довільним чином, виключаючи лише петлеві з'єднання. Обмеження - між будь-якою парою кінцевих вузлів має бути не більше 16 проміжних вузлів.

 ** Велика протяжність**. Довжина одного кабельного сегменту, що сполучає пару пристроїв, може досягати 4,5 м. Обмеження - сумарна довжина кабеля в одній шині не повинна перевищувати 72 м.

В процесі ініціалізації пристрою шини автоматично ор ганізовуються в ієрархічну структуру (дерево) і самоідентифікуютьсяя (визначають свої номери вузлів і надають інформацію про себе);

 ** підтримка «гарячого» підключення / відключення**. Будь-яка подія підключення/відключення викликає реініціалізацію шини, після якої формується нове дерево і нова нумерація вузлів. Під час реініціалізації «корисний» обмін даними уривається, але час реконфігурування невеликий - менше 400 мс в старій шині і менше 200 мкс для 1394a.

 ** Співіснування на одній шині пристроїв з різними швидкостями обміну**. Для шини визначений ряд стандартних швидкостей: S100, S200, S400; у IEEE 1394b (2002 рік) визначені нові швидкості: S800, S1600 і S3200. При обмінах вибирается швидкість, доступна вузлам, залученим в передачу.

 ** Висока швидкість обміну і ізохронні передачі**. Навіть на початковому рівні S100 (близько 100 Мбіт/с) по шині можна передавати одночасно два канали відео мовної якості (30 кадрів в секунду) і аудіосигнал з якістю CD (стерео).

 ** Мале число ланцюгів**. У шині використовуються дві екрановані виті пари для передачі сигналів і додатково пара дротів для живлення від шини.

 ** Можливість гальванічної розв'язки**. Компоненти фізичного рівня, електрично пов'язані з коннекторами і кабелями, можуть бути розв'язані по постійному струму від останніх компонентів пристрою. У нових варіантах передачі IEEE 1394b можлива повна гальванічна розв'язка вузла від кабелю і вживання оптоволоконного зв'язку.

**Відкрита архітектура** — відсутність необхідності використання спеціального програмного забезпечення

**Наявність живлення прямо на шині** (малопотужні пристрої можуть обходитися без власних блоківживлення). До півтора ампер і напруга від 8 до 40 вольт

Стандарт IEEE 1394 описує шину з послідовним інтерфейсом, по якій інформація передається пакетами. Джерело пакетів повинне отримати право передачі пакету, використовуючи механізм арбітражу, в якому задіюються всі пристрої, підключені до шини. Арбітраж надає вузлам право доступу відповідно до запитаного типа передачі.

 Для асинхронних транзакцій арбітраж забезпечує справедливий розподіл смуги пропускання, для ізохронних передач - гарантовану (заздалегідь погоджену) смугу пропускання для кожного каналу. Колізії (зіткнення пакетів від декількох пристроїв) у справній шині відсутні. Всі пристрої з'єднуються один з одним кабелями на основі будь-якої топології (деревовидною, ланцюжковою, зіркоподібною). Кожен пристрій (вузол мережі) звичайний має декілька рівноправних сполучних роз'ємів, що представляють його порти. Деякі пристрої мають лише один роз'єм, що обмежує можливі варіанти їх місцерозташування. У сучасній редакції стандарт допускає до 16 портів (роз'ємів) на одному пристрої, частіше зустрічаються 1-4 портові пристрої. Багатопортові вузли дозволяють сполучати безліч вузлів IEEE 1394 без використання допоміжного устаткування (хабів).

 Всередині багатопортового вузла є повторювач, що транслює пакети і керуючі сигнали між портами. Пристрої на шині можуть передавати дані на різних швидкостях. Базовою швидкістю, підтримуваною будь-яким пристроєм, є S100. На цій швидкості передаються всі службові пакети, у тому числі і пакети самоідентифікації. Якщо пристрій підтримує високу швидкість (наприклад, S400) то він зобов'язаний підтримувати і усі більш низькі швидкості аж до базової. Пакети транзакцій можуть передаватися на будь-якій швидкості, доступній вузлам, звязаним кабельним сегментом. При цьому перед посилкою пакету на швидкості, віжмінній від базової (S100), передавальний вузол посилає сигнал вибраної швидкості. Пакет, що приходить на один порт пристрою на високій швидкості вузол не транслюватиме на порт, для якого встановлена нижча швидкість. Таким чином, швидкість, на якій можливе проходження пакету між довільною парою вузлів, залежить від швидкісних можливостей цих вузлів і допоміжних вузлів, лежачих на дорозі між ними. Відсутність відповіді на пакет, посланий на високій швидкості, служить приводом для повторної спроби посилки на нижчій швидкості. Заздалегідь взнати доступну швидкість можна по карті швидкостей - двомірній матриці, в якій для кожної пари вузлів шини вказується максимальна можлива швидкість передачі. Ця карта доступна лише при наявності диспетчера шини. Кабельна шина допускає велику свободу вибору топології фізичних зєднань при дотриманні наступних обмежень: на шині може бути не більше 63 вузлів; між будь-якою парою вузлів може бути не більше 16 кабельних сегментів (у 1394a допускається до 24 сегментів); довжина сегменту стандартного кабелю не повинна перевищувати 4,5 м; сумарна довжина кабелю не повинна перевищувати 72 м; топологія не повинна містити петель. У перших редакціях стандарту за це відповідав лише користувач, в IEEE 1394b є засоби автоматичного виключення петель.

 У IEEE 1394b введені нові варіанти середовища передачі, що допускають велику довжину сегментів при з'єднанні вузлів один з одним. Тут використовується інша сигналізація, не сумісна з традиційною сигналізацією IEEE 1394 і IEEE 1394a. Проте в 1394b є і «двомовні» вузли, здатні частиною своїх портів працювати із старими вузлами 1394/1394a, а інший - з вузлами 1394b. За допомогою таких вузлів можна будувати змішані мережі і долати вищезгадані обмеження по відстані. При будь-якій фізичній топології логічна топологія для передачі даних залишається шинною - пакети поширюються від джерела до всіх вузлів шини. У IEEE 1394 окрім кабельної мережі визначені і специфікації використання послідовної шини як кросс-шини (Backplane Environment) для об'єднання вузлів в межах одного пристрою. Тут використовується дещо інший фізичний рівень (PHY) - завжди однопортовий, з деякими відмінностями в регістрах. Конфігурація шини при цьому фіксована, механізм автоконфігурування спрощений, фізичні ідентифікатори вузлів призначаються програмно (записом в регістр PHY). При ідентифікації швидкості формально вказується S100, але реально це відповідає швидкостям S50 або S25.